INFORMATISATION DE TESTS DE VISION DE COULEURS

Sujet proposé par :
M. Daniel Dupont
Mlle Annabelle Mailfait

Encadré par :
M. Jean-Luc LEVAIRE

Master 1 informatique

DEFOSSEZ Jean
DUBOIS Aurélien

PLAN

INTRODUCTION

Au cours de première année de Master, il nous a été demandé de réaliser un projet afin d'appliquer sur un exemple concret et utile tout ce qui nous a été enseigné. Nous avons choisi comme projet : « Informatisation de tests de vision des couleurs » car celui-ci nous permettait non seulement d'utiliser nos connaissances actuelles en informatique, mais également de voir et d'apprendre d'autres choses qui n'ont à priori rien à voir avec l'univers informatique. Nous avons dû comprendre et apprendre quelques aspects sur la vision des couleurs, les défauts de l'oeil, la colorimétrie en général.

Notre projet consistait à informatiser les tests de Farnsworth-Munsell et à réaliser un générateur de planches pseudo-isochromatiques afin de détecter différentes anomalies dans la perception visuelle des couleurs de certains individus.

Ce projet nous a été proposé par

- **Daniel DUPONT** : Docteur Ingénieur ESTIT
- **Anabelle MAILFAIT** : Ingénieur ESTIT

l'ESTIT : École Supérieure des Techniques Industrielles et des Textiles, se situant 41 rue du Port, 59046 LILLE

Le daltonisme est la forme la plus fréquente de la dyschromatopsie (trouble de la vision des couleurs). Cette déficience de la vision se caractérise par l'absence de perception des couleurs ou par une incapacité à différencier certaines teintes ou couleurs.

Le daltonisme n'est que l'aspect héréditaire des anomalies de la vision des couleurs, le daltonisme est immuable.

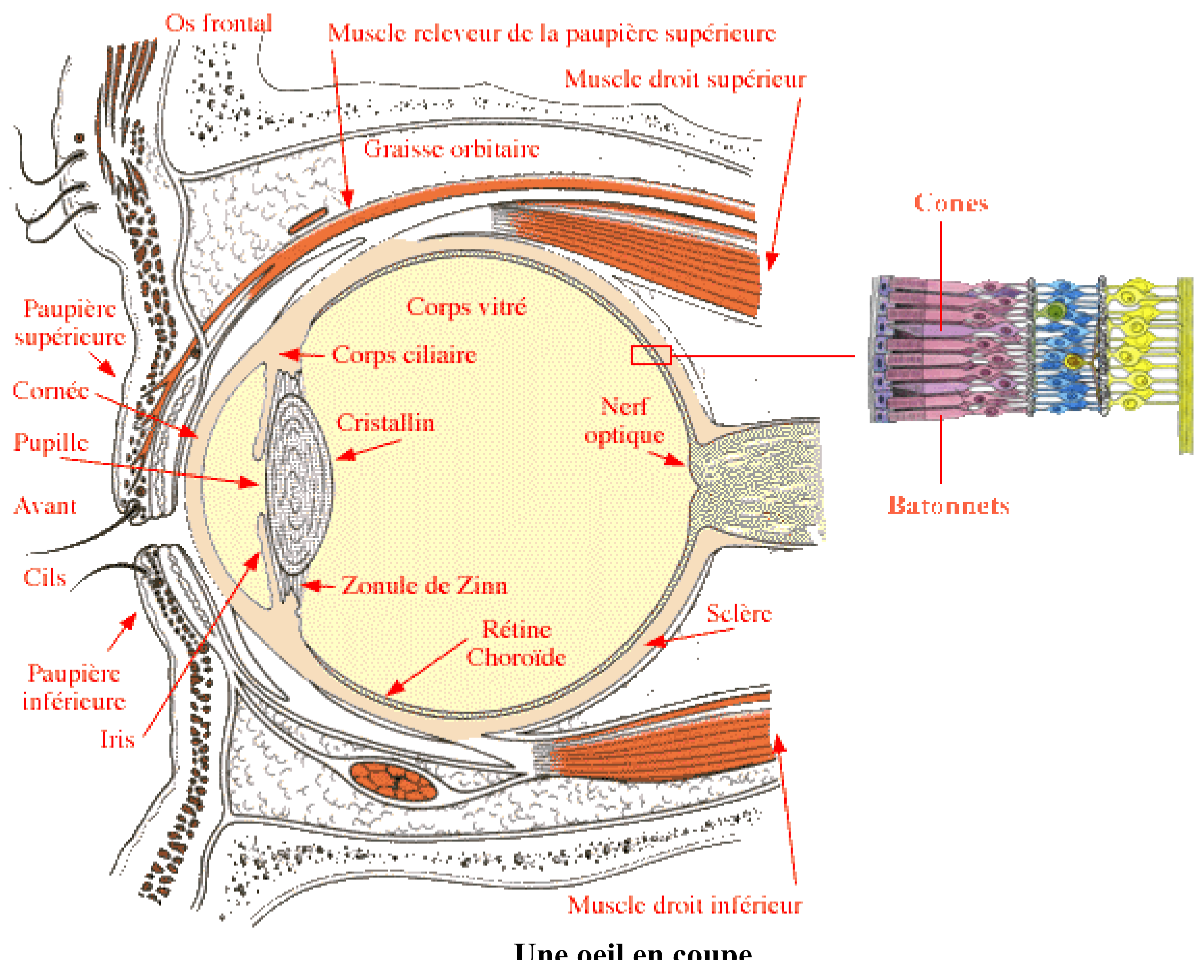
L'autre aspect est l'altération de la vision oculaire par des maladies de l'oeil ou générales (glaucome, diabète...). Contrairement aux dyschromatopsie héréditaire, les anomalies acquises sont variables, et elles peuvent donc être traitées si elles sont diagnostiquées suffisamment tôt.

La fréquence des daltoniens est en moyenne de 8% dans la population masculine et 0,5 % dans la population féminine.

L'OEIL

LA RÉTINE

La rétine est une couche complexe, composée en grande partie de cellules nerveuses reliées à des cellules sensibles à la lumière (ou photo récepteurs), qui reposent elles-mêmes sur une couche de tissu pigmenté. Elle est située au fond de l'oeil. Les photo récepteurs, en forme de cônes ou de bâtonnets, sont étroitement serrés les uns contre les autres, ils présentent des différences fonctionnalités importantes.



Une oeil en coupe

LES BÂTONNETS

Il y a dans chaque oeil environ 120 millions de bâtonnets répartis sur la majeure partie de la rétine. Les bâtonnets sont environs 100 fois plus sensibles à la lumière que les cônes. Ils ne réagissent qu'à l'intensité lumineuse et servent à la vision nocturne (vision scotopique). Ils sont responsables de la vision nocturne lorsqu'il n'y a pas assez de lumière pour activer les cônes. Les bâtonnets ne servent donc pas à percevoir la couleur mais plutôt les nuances de gris. C'est pourquoi

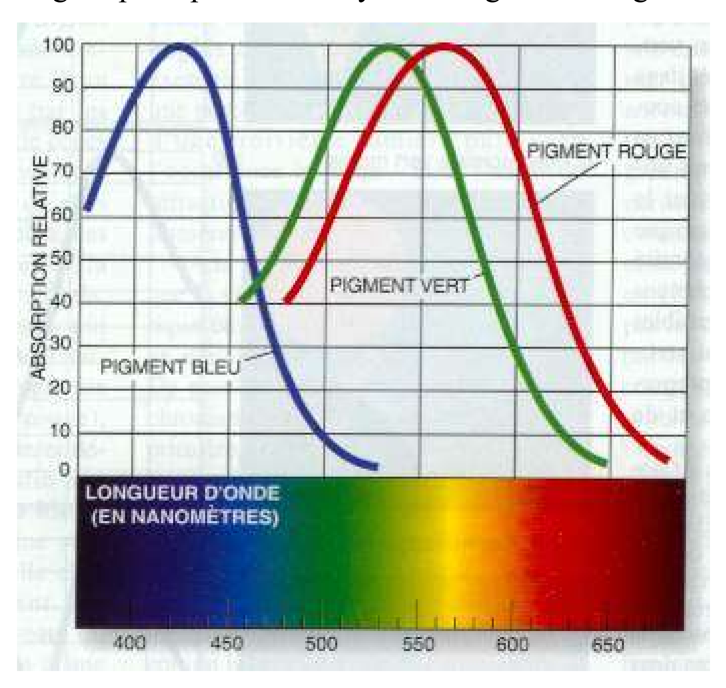
on ne distingue que les formes et non les couleurs dans la pénombre.

LES CÔNES

Les cônes sont moins sensibles à la lumière, mais distinguent les différentes couleurs. Au nombre de 7 millions, ils nous servent à la vision diurne et à la différenciation des couleurs. Ceux-ci sont plus courts et plus épais que les bâtonnets. Ils réagissent 4 fois plus vite. Les cônes ont besoin de plus de lumière que les bâtonnets pour être excités.

Vers 1802, Young émit l'hypothèse de la trivariance visuelle, idée selon laquelle notre système de perception de la couleur serait basé sur trois types de cônes, dont chacun contient un pigment différent qui réagit à des ondes lumineuses de longueurs différentes :
- l'un aux ondes longues appelé cône L, plus sensible au rouge (580 nm),
- un autre aux ondes moyennes appelé cône M, plus sensible au vert (545 nm),
- et le troisième aux ondes courtes appelé Cône S, plus sensible au bleu (440 nm).

Le pigment bleu absorbe surtout les rayonnements visibles de courtes longueurs d'ondes, tandis que le vert et le rouge captent plutôt les moyennes et grandes longueurs d'ondes.



Les pigments et les cônes

Grâce à la superposition de ces trois sources colorées (rouge, vert, bleu) à différentes intensités, notre oeil est capable de reproduire toutes les couleurs et nous permet de distinguer une infinité de couleurs, correspondant à plus de 1500 nuances.

TRANSMISSION DE LA PERCEPTION COLORÉE

Excitées par les rayons lumineux, les cellules visuelles (les bâtonnets et les cônes) réagissent alors en libérant des impulsions électriques, par lesquelles l'information visuelle sera transmise

jusqu'au cerveau. Ces signaux se propagent le long du nerf optique, qui débouche dans le cortex visuel, dans une zone spécifiquement dédiée à la reconnaissance des couleurs, conçue pour faire la part entre les signaux provenant des trois types de cônes. Mais l'intervention d'autres centres cérébraux sera également nécessaire pour que l'homme prenne réellement conscience de la perception colorée. Le trajet de ce rayon jusqu'au cerveau prend à peine une cinquantaine de millisecondes.

Bien que l'oeil possède des millions de cellules visuelles, elles ne se régénèrent pas, ce qui explique que toute atteinte aux cellules visuelles est définitive. Le daltonisme (héréditaire ou non) ne se soigne donc pas. Aucune méthode ne permet d'améliorer les performances colorées d'un daltonien.

S'il y a absence ou dysfonctionnement chez un individu des Cônes L, on dit qu'il a une vision de **protan**, ou qu'il est **protanope**. De même pour l'absence ou le dysfonctionnement des Cônes M on dit qu'il a une vision de **deutan**, ou qu'il est **deutanope**. Idem pour les Cônes S, on dit qu'il a une vision **tritan**, ou qu'il est **tritanope.**

Voici quelques exemples de la vision de certains individus ayant une déficience au niveau des cônes :



VISION NORMALE



VISION D'UN PROTANOPE



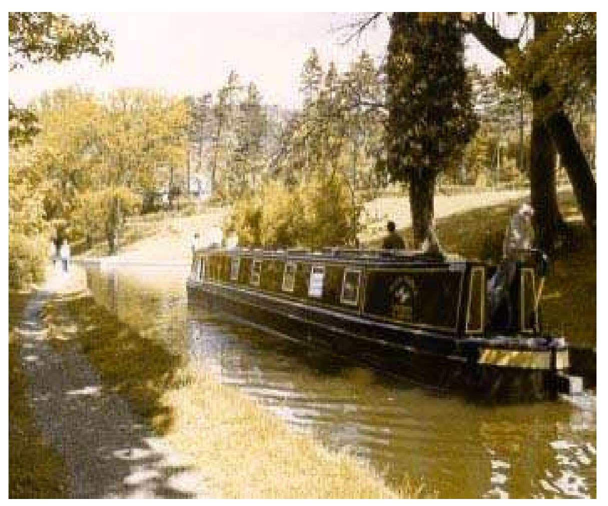
VISION D'UN DEUTANOPE



VISION D'UN TRITANOPE



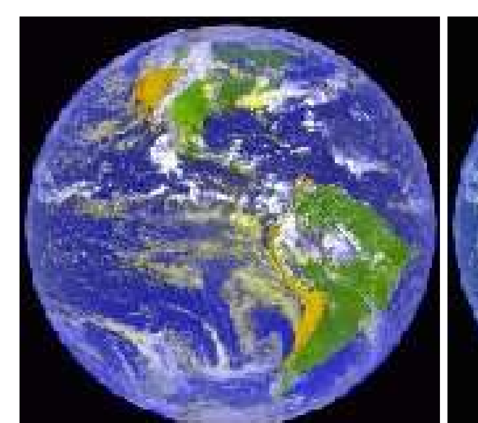
VISION NORMALE



VISION D'UN PROTANOPE



VISION D'UN DEUTANOPE



VISION NORMALE



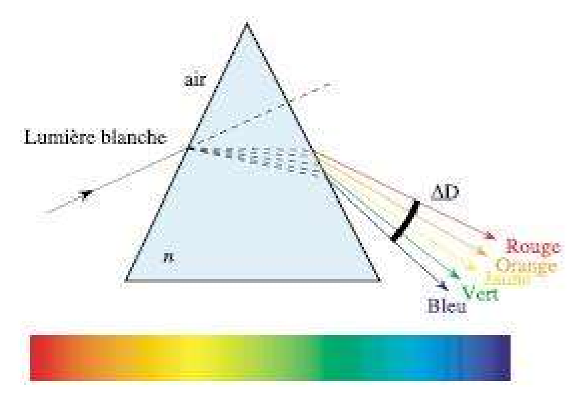
VISION D'UN DEUTANOPE



VISION D'UN TRITANOPE

LA COLORIMETRIE

La lumière solaire est constituée de la superposition d'une infinité d'ondes monochromatiques de différentes longueurs d'onde. Quand la longueur d'onde est comprise entre 380 et 780 nm, l'oeil perçoit une couleur caractéristique de celle-ci. Un prisme est capable de séparer les différentes couleurs de la lumière blanche, on obtient ainsi un spectre continu, il s'agit du phénomène de dispersion chromatique :

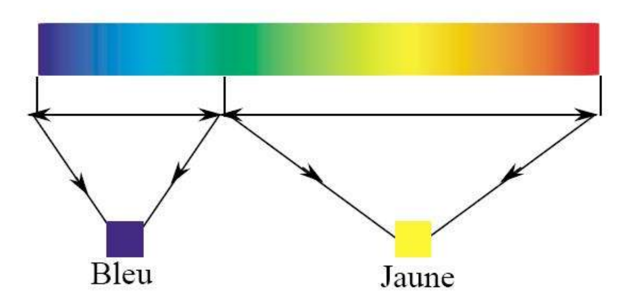


Spectre de la lumière blanche

LA SYNTHÈSE ADDITIVE

Nous avons tous fait cette expérience lors de notre cursus scolaire, ou simplement par curiosité :
Prenons un objet blanc, puis éclairons le avec un faisceau lumineux rouge : cet objet va nous apparaître jaune. De même, si nous l'éclairons avec un faisceau lumineux vert et rouge, cet objet nous apparaîtra jaune.

Voici l'explication :



Recompostion de la lumière

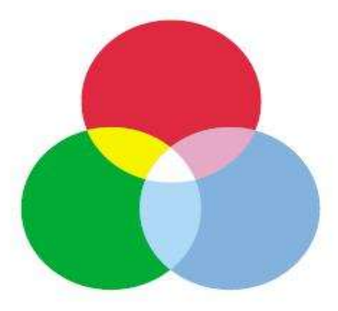
Un objet blanc éclairé par deux faisceaux vert et rouge va réfléchir l'ensemble des rayons colorés appartenant au 2/3 du spectre lumineux. Par synthèse additive, l'objet renverra un lumière jaune. C'est à dire que l'on prend la longueur d'onde médiane entre les deux faisceaux.

Les écrans vidéos, les scanners utilisent ce principe. Chaque pixel de l'écran est partagé en trois élément lumineux : RGB : Red (rouge), Green (vert), Blue (bleu).

LA SYNTHÈSE SOUSTRACTIVE

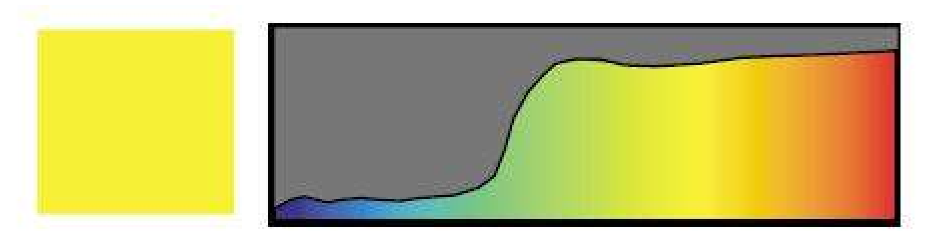
Un filtre coloré interposé dans un faisceau supprime préférentiellement une partie du spectre de la lumière blanche.

Voici l'explication :



La superposition de deux couleur primaire donne une couleur secondaire, la superposition de 3 couleurs secondaires donne du blanc

Le jaune est composé de vert et de rouge. Donc, un filtre jaune laissera passer les longueurs d'onde correspondant aux rouge et vert, comme le montre le graphique ci dessous



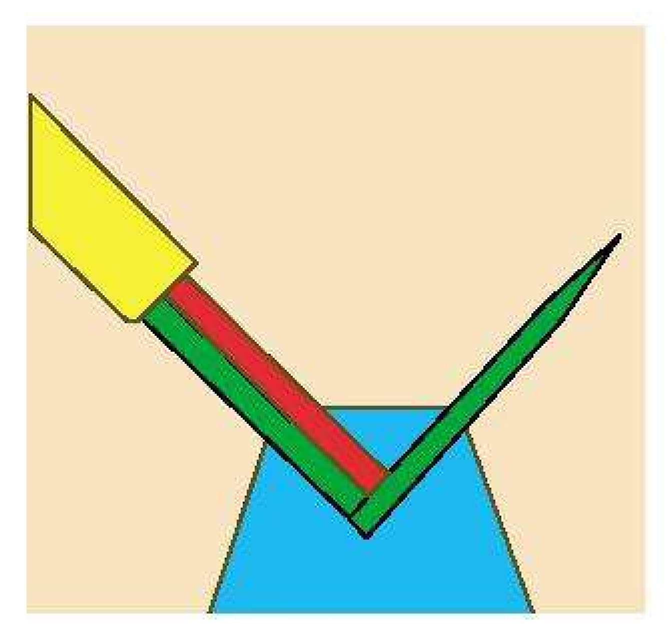
Nous voyons bien qu'un filtre jaune ne laisse passer que les longueurs d'onde qui la composent

Nous pouvons ainsi grâce à des filtres décomposer les lumières en RGB (rouge, vert, bleu). Aussi, en appliquant les 3 filtres des couleurs primaires (Magenta, jaune et Cyan), on ne parvient pas à obtenir du noir, mais un gris plus ou moins foncé suivant l'intensité du faisceau lumineux.

Ce principe de synthèse soustractive est utilisé dans les imprimantes. Celle-ci peut en effet créer n'importe quelle couleur à partir de 3 filtres, et trois couleurs. Elle traduit les couleurs que nous voyons sur l'écran vidéo en couleur RGB. Le mélange de ces 3 couleurs fournissant un gris foncé, c'est pour cela que les imprimantes couleurs ont des cartouches couleurs et 1 cartouche noir.

COULEUR DES OBJETS

La couleur n'est pas une caractéristique intrinsèque d'un objet. Nous pouvons donc définir un objet par sa forme, sa masse, mais pas sa couleur. En effet, la couleur apparente d'un objet dépend des caractéristiques de la source qui l'éclaire. Une feuille blanche éclairée par un source bleu ne réfléchit que les longueurs d'onde correspondant au bleu, donc, nous apparaît bleu. Un objet de couleur cyan éclairé par deux faisceaux lumineux vert et rouge nous apparaîtra vert.



Un objet de couleur cyan nous apparaît vert

La couleur d'un objet n'est donc pas propre à lui-même, la couleur que l'on perçoit d'un objet est la réflection d'un lumière quelconque sur celui ci.

On en arrive a un problème : Le test de Farnsworth, ainsi que les planches d'Ishihara sont des objets (pions ou planches, donc, "reflètent" la lumière), or leur représentation à l'écran pose problème dans le sens ou sur un écran vidéo, un pixel est une source lumineuse, et ne reflète pas la lumière qu'il reçoit.

REPRÉSENTATION DE LA COULEUR

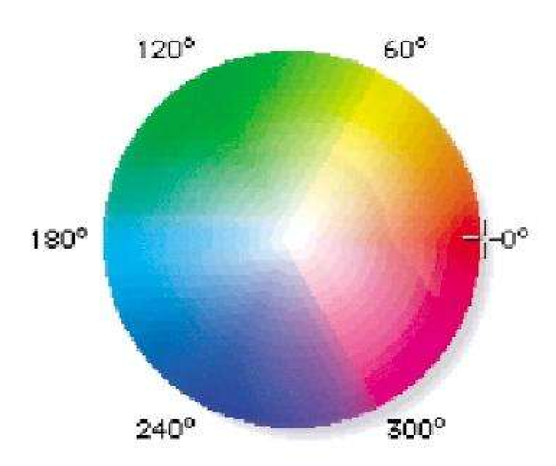
REPRÉSENTATION TSL

Il s'agit d'une représentation qui prend en compte 3 paramètres :

- T : La **teinte** qui correspond dans la langage courant à la couleur.
- S : La **saturation** qui détermine si la couleur est vive ou délavée.
- L : La **luminosité** qui dit si une couleur est sombre ou claire.

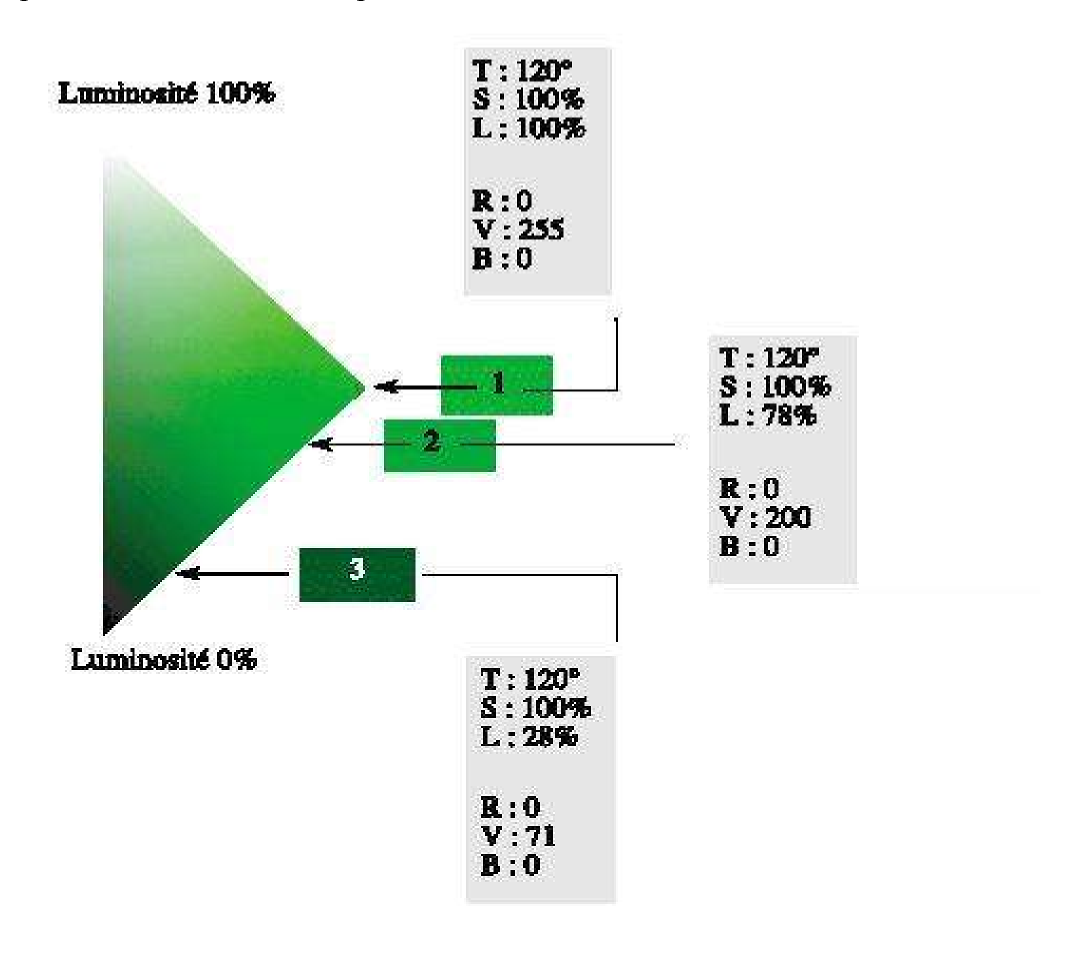
La modèle **TSL** correspond au modèle **HLS** en anglais (**Hue, Lightness, Saturation**).

Les couleurs du spectre sont réparties sur un cercle chromatique, et repérées par un angle :



La couleur rouge est repérée par l'angle φ = 0°, la couleur verte est repérée par φ = 120°, et le bleu par φ = 240°.

Sur le pourtour du disque sont représentées les couleurs saturées, plus on se rapproche du centre, plus elles sont délavées (la saturation augmente). Elles deviennent d'un gris plus ou moins foncé suivant la luminosité, représentée par une droite perpendiculaire au cercle, et passant par son centre. Avec une luminosité de 0%, nous avons la couleur noir, et avec une luminosité de 100%, nous avons la couleur blanche, entre ces deux valeurs s'intercalent toutes les nuances de gris.
Voici un représentation de la couleur pure verte suivant différentes luminosités:



REPRÉSENTATION RGB

Pour toute personne plus ou moins liée au traitement d'image, l'espace RGB reste de loin le plus utilisé et le plus simple à manipuler. Plusieurs espaces RGB ont été définis : par exemple

- celui dédié à la télévision américaine répondant à la norme NTSC (National Television Standards Committee) et utilisant les primaires fixées par la FCC (Federal Communications Commission)
- ceux de la télévision européenne utilisant soit la norme PAL (Phase Alternation by Line) soit la norme française SECAM (SEquentiel Couleur A Mémoire).

Nous nous intéressons ici à l'espace RGB introduit par la CIE en 1931. Celui-ci est défini à partir de trois primaires monochromatiques de couleurs rouge, verte et bleue. Les longueurs d'ondes associées à chacune des primaires sont les suivantes :

- 700.0 nm pour le rouge,
- 546.1 nm pour le vert,
- 435.8 nm pour le bleu.

Problème

Affichez la même combinaison RGB sur trois moniteurs différents placés côte à côte, et vous vous rendrez tout de suite compte d'une différence de teinte entre ces trois écrans. Ceci est dû au fait que chaque moniteur émet une teinte et une intensité légèrement distincte de rouge, vert, et bleu.

RGB est un exemple de modèle colorimétrique dépendant du matériel : la couleur finale dépend en effet du moniteur utilisé. Ceci veut donc dire qu'une couleur, représentée par, disons, une combinaison RGB 87, 146, 116 sur un certain écran, devra être codée 98, 123, 104 sur un autre écran pour produire la même couleur.

Donc la couleur représentée dépend du matériel utilisé. C'est pour cela qu'en colorimétrie, on ne travaille pas ou très peu sur cet espace.

Une description physique d'une couleur devrait se baser sur une définition exacte de la composition spectrale de la source. Fort heureusement, notre oeil et notre cerveau ne sont pas suffisamment sensibles aux variations légères de spectre. Un modèle mathématique, indépendant du matériel utilisé existe, et décrit avec suffisamment de précision la perception de couleur telle que vue par nos yeux d'humains. Un des plus importants modèles colorimétriques, duquel tous les autres seront plus ou moins dérivés, a été développé par le International Lighting Committee (CIE, en Français) et est appelé XYZ.

REPRÉSENTATION XYZ

Dans le modèle XYZ, X est l'intégrale d'une fonction de distribution de puissance lumineuse pondérée sur l'ensemble du spectre visible. De même pour Y et Z, mais avec d'autres facteurs de pondération. De ce fait, toute distribution arbitraire de puissance lumineuse est réduite à seulement trois réels. Les pondérations ont été établies sur la base de nombreuses expériences réalisées sur des sujets humains dans les années 1920. Le modèle CIE XYZ est devenu un standard international depuis 1931, et dispose d'un grand nombre de propriétés intéressantes:

- Deux couleurs de mêmes coordonnées XYZ apparaissent comme identiques.
- Deux couleurs de coordonnées XYZ différentes apparaissent différentes
- La valeur Y représente à elle seule la luminosité (luminance)
- La couleur XYZ de tout objet peut être mesurée objectivement

Le modèle de couleur XYZ a été utilisé depuis de nombreuses années par tous les professionnels qui avaient besoin d'un contrôle très précis de la couleur: directeurs de la photo de films et TV, fabriquants de peintures et de filtres colorés, etc. Il est donc éprouvé par une longue utilisation industrielle. Les notions de précision, d'indépendance vis à vis du matériel ont commencé à se répandre dans des milieux moins "spécialisés" depuis les années 1980 et 1990, et le format PNG a pris en compte cette tendance.

REPRÉSENTATION xy

On a l'habitude de considérer les grandeurs relatives appelées coordonnées trichromatiques.

$$\begin{cases} x = \frac{X}{X+Y+Z}, \\ y = \frac{Y}{X+Y+Z}, \\ z = \frac{Z}{X+Y+Z}, \end{cases}$$

On a bien entendu x+y+z = 1.

Par conséquent, la connaissance de deux grandeurs par exemple (x,y) est suffisante puisque la troisième grandeur s'en déduit immédiatement. La représentation des couleurs dans le plan (x,y) est appelée diagramme de chromaticité.

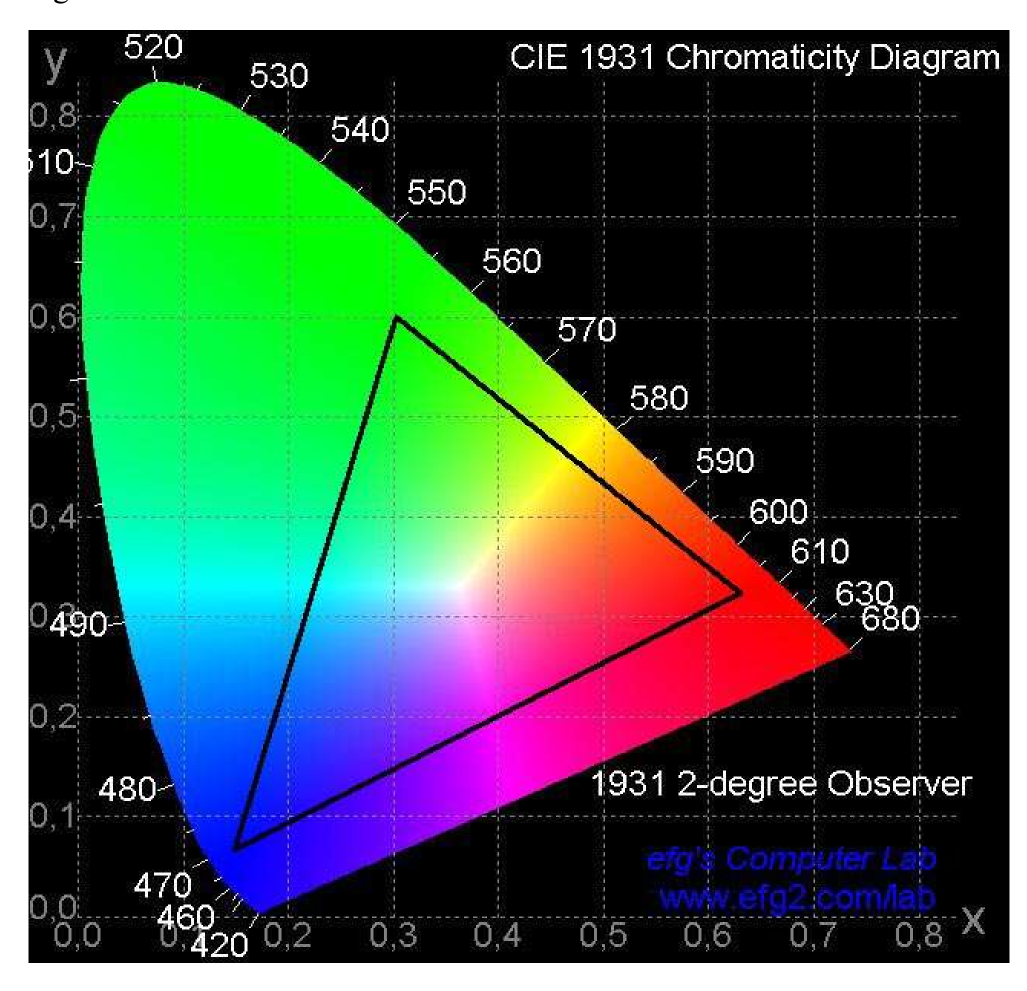


Diagramme de chromaticité CIE1931

Sur ce diagramme, la courbe en forme de fer à cheval s'appelle *spectrum locus*. Sur cette

courbe se trouvent l'ensemble des couleurs pures du spectre solaire. Le segment de droite qui joint les deux longueurs d'onde extrêmes du spectre visible est appelée droite des pourpres. Les couleurs situées sur ce segment n'appartiennent pas au spectre solaire, elles ne peuvent être obtenues que par mélange de deux couleurs. Les couleurs sont de moins en moins saturées au fur et à mesure qu'elles se rapproche du blanc. Toutes couleurs, A et B par exemple, pouvant être réunies par une droite traversant l'illuminant repéré par le point I (centre du segment) sont complémentaires.

Pour passer de la base xy, à la base XYZ, nous avons utilisé ceci : on prends un Yf fixe (20 ou 60), puis

X = x * (Yf / y)
Y = Yf
Z = (1 - x - y) * (Yf / y)

Dans le diagramme ci-dessus, on peut voir un triangle. Celui-ci délimite la zone dans laquelle les couleurs sont représentables par un écran de type cathodique moyen. La forme du traingle peut varier d'un ecran à l'autre. Ce triangle s'appelle le gamut.

RETOUR SUR LES DYSCHROMATOPSIES HEREDITAIRES

Nous venons de voir comment était représentée la couleur dans un espace nommé CIE1931, le diagramme (x, y). Une anomalie ou un déficit de la vision des couleurs se traduit par une modification (la plupart du temps un diminution) de la capacité de discrimination des tonalités et/ou de leur niveau de saturation.

Dans le cas des dyschromatopsies héréditaires, les seuils de discrimination des tonalités sont augmentés suivant des directions précises appelées "lignes de confusion". Elles sont caractéristiques de chaque type de dyschromatopsie, à savoir protan, deutan ou tritan.

Ces lignes de confusion ont toutes (pour un type de dyschromatopsie donné) un point commun, le centre de confusion. Elles rayonnent donc toutes à partir de ce point. Pour un dyschromate, toutes les couleurs situées sur une même ligne de confusion sont perçues de la même façon. On peut même étendre la notion de ligne à celle de bande. En effet les couleurs confondues par un sujet dyschromate peuvent se situer légérement à l'écart d'une même ligne de confusion.

TEST DE FARNSWORTH

OBJECTIFS

Notre but était de concevoir une Applet qui réalise le test de Farnsworth, et qui soit intuitif d'utilisation. Nous nous sommes fixé en plus comme objectifs de :

- Avoir un code clair et bien découpé, très commenté.
- Avoir une applet multilangue pour une bonne intégration sur le site web (via des fichiers de configuration)
- Le moins possible de données brutes en ce qui concerne la couleur des pions. Tout est géré par les fichiers de configurations.
- Que le code soit le plus généraliste possible pour les 4 tests.
- Déplacement des pions via la souris.

HISTORIQUE

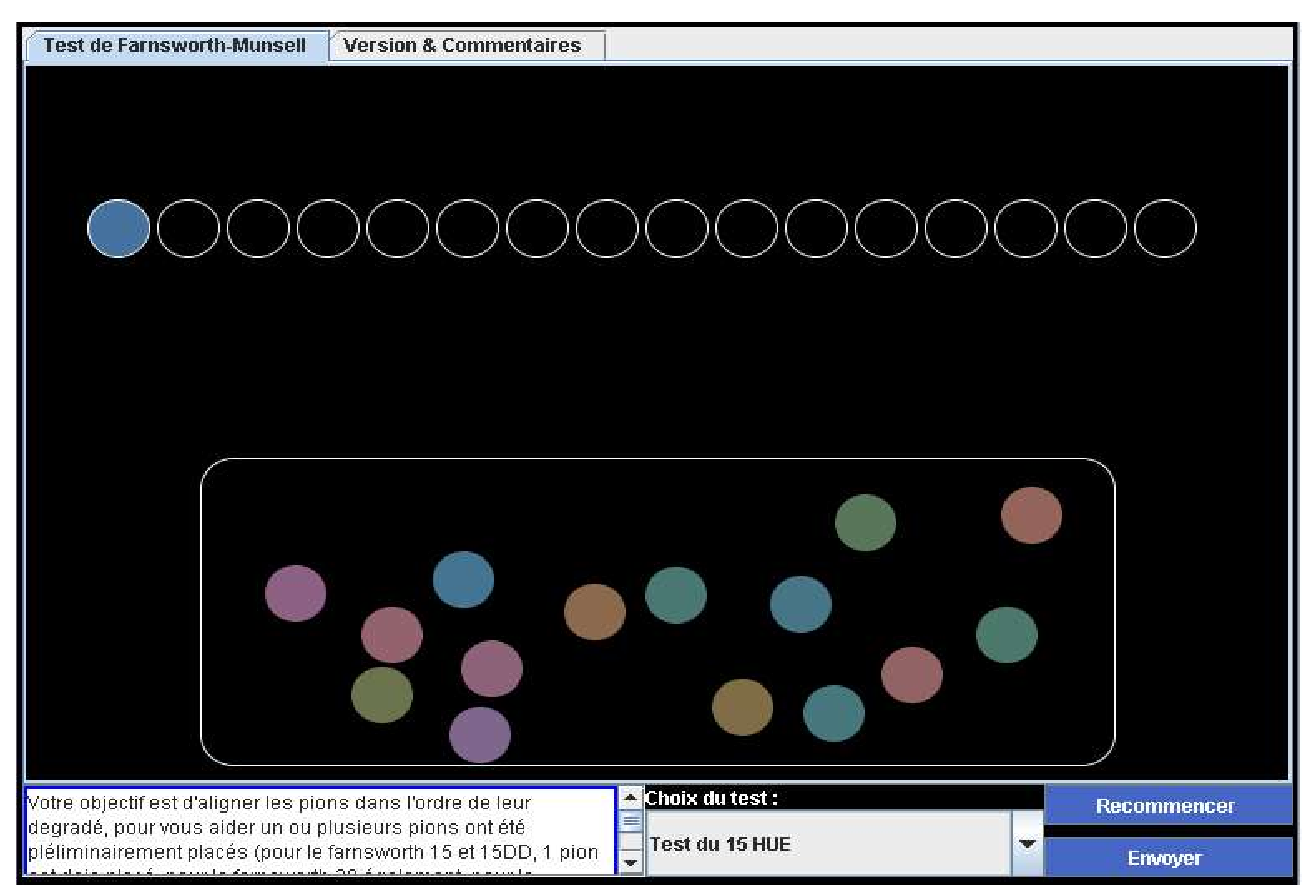
Les Tests Panel D15 et Farnsworth-Munsell 100-hue ont été conçus en 1943 par Dean Farnsworth. Ils ont tous deux d'abord été utilisés pour la sélection des travailleurs dans l'industrie américaine.

DESCRIPTION

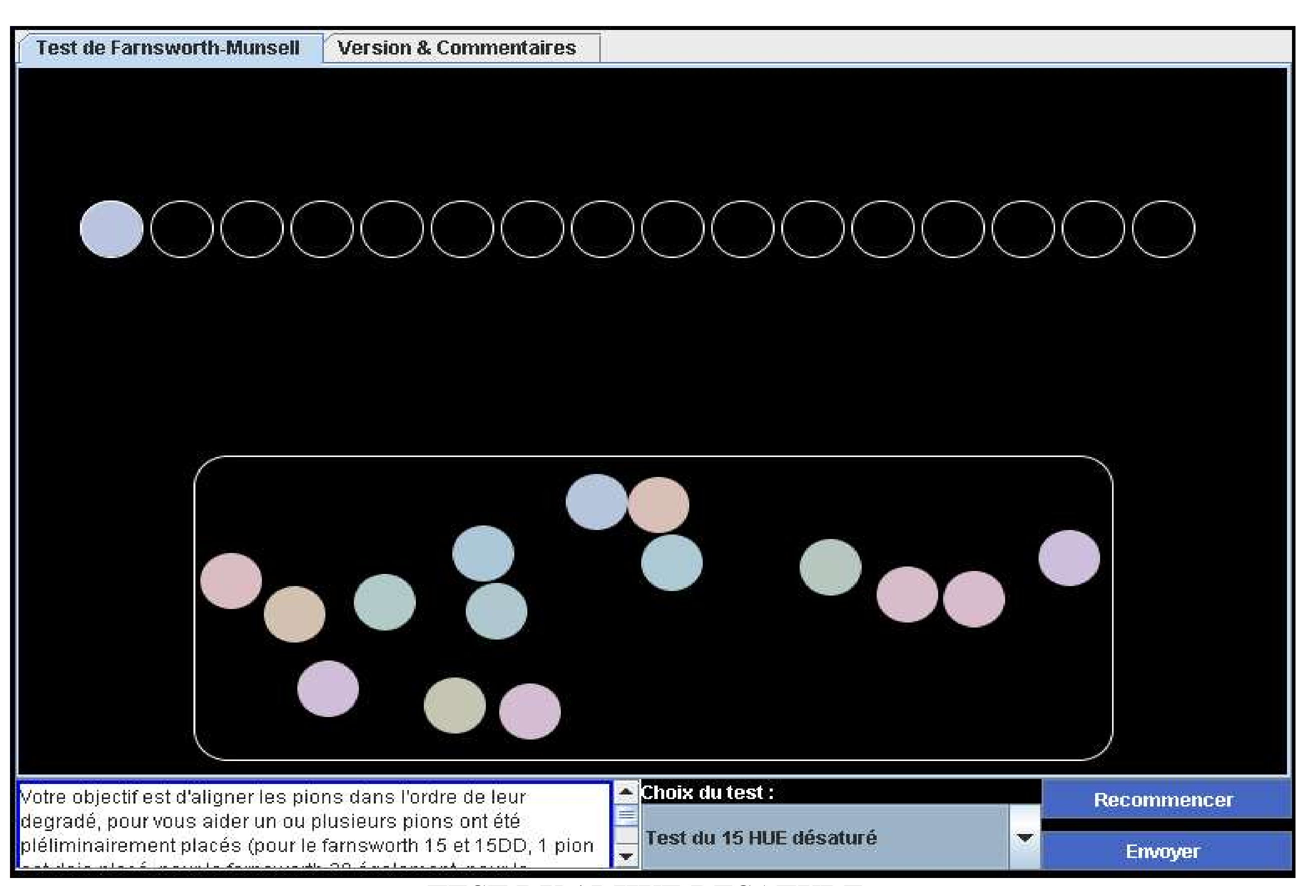
L'applet que nous avons conçue est composée de 4 tests :

- Le test du 15-hue
- Le test du 15-hue désaturé
- Le test du 28-hue
- Le test du 100-hue.

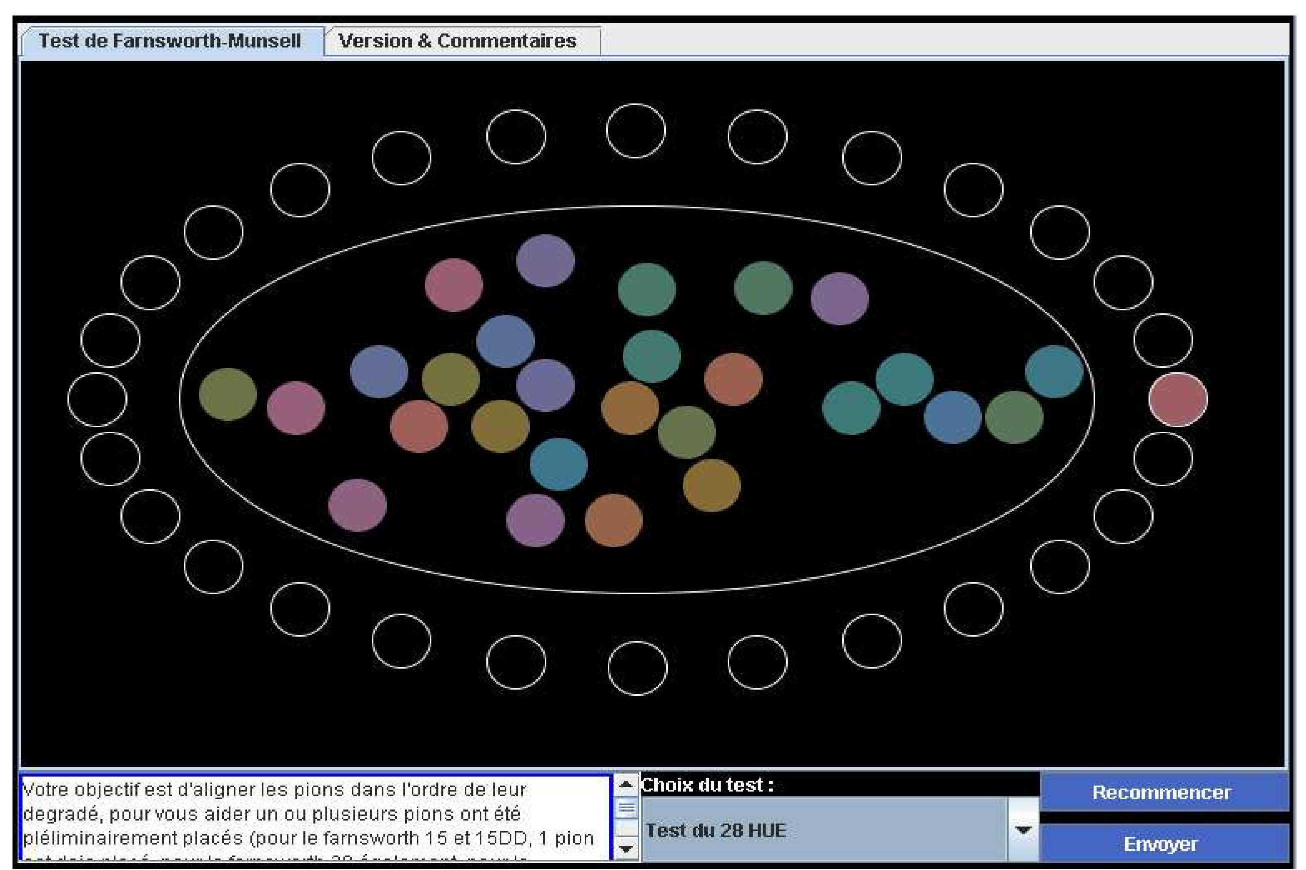
Le principe de ce test, est très simple : Au départ, nous avons un certain nombre de jetons colorés dans une zone :



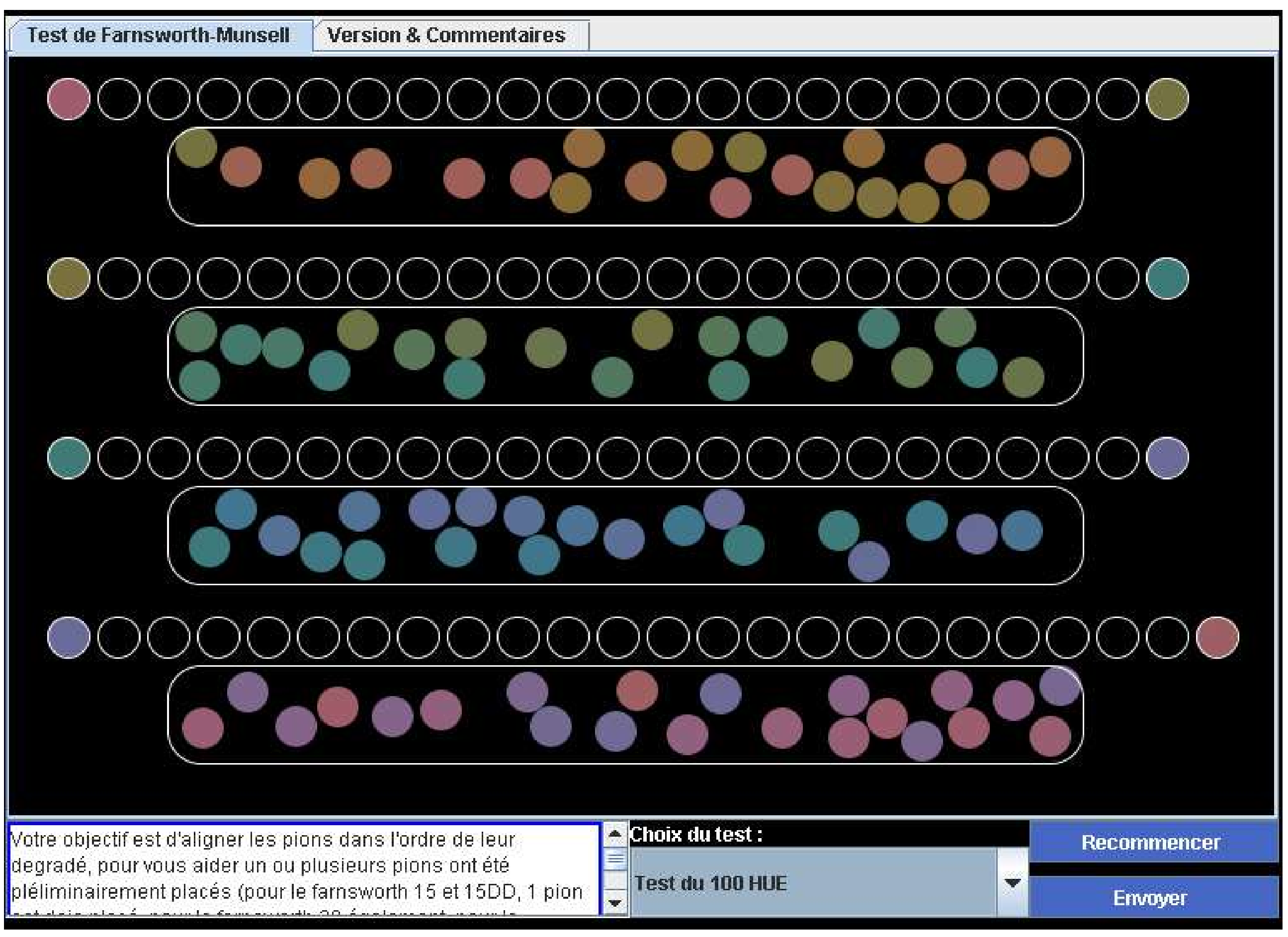
TEST DU 15-HUE



TEST DU 15-HUE DESATURE



TEST DU 28-HUE

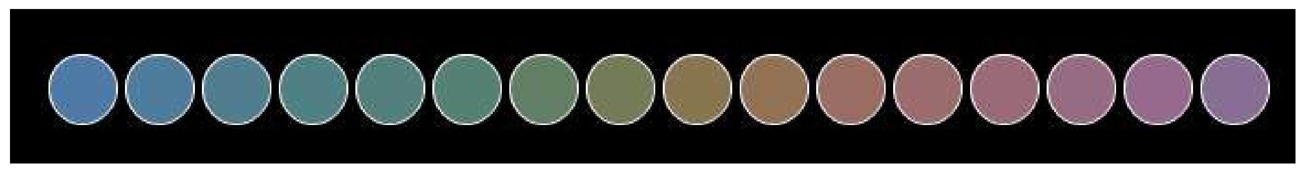


TEST DU 100-HUE

Il suffit alors d'aligner à partir d'un jeton de référence fixe l'ensemble de ces pions en fonction de leur couleur. Pour cela, il suffit de cliquer sur le pion que l'on souhaite placer, l'emmener sur le cercle correspondant, et relâcher le clique. Le pion se centre alors automatiquement sur le cercle. Au cas ou on relâche le pion sur un autre, celui ci reprend sa position d'origine.

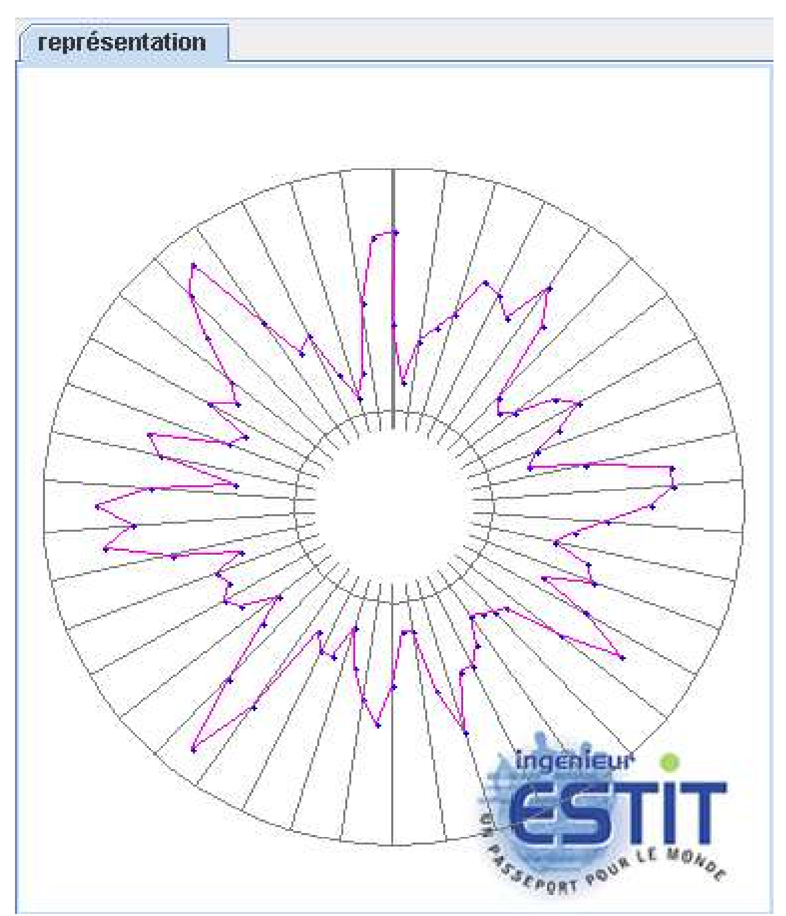
Exemple de glisser déposer pour le 15-hue désaturé

Une fois les jetons alignés comme le montre la photo suivante :

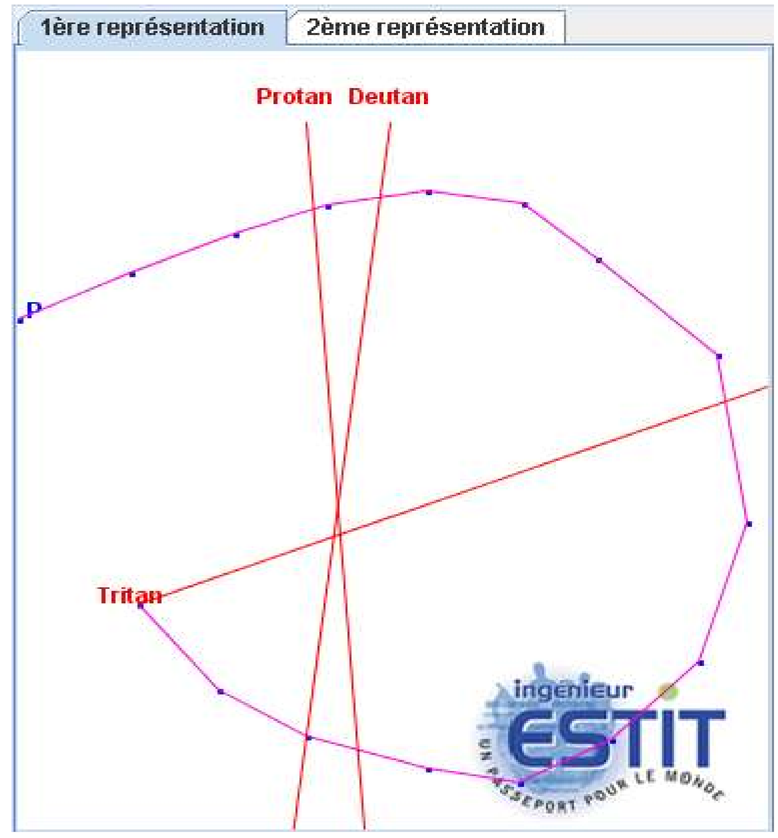


Jetons alignés pour le test du 15-hue

Il suffit de cliquer sur Envoyer. Deux représentations graphiques sont génèrées, puis une case apparaît, et nous invite à indiquer notre âge. En effet, la vision des couleurs varie avec l'âge, donc, c'est un paramètre très important à prendre en compte.



Graphique généré à partir du test du 100-hue



Graphique généré à partir du test du 15-hue

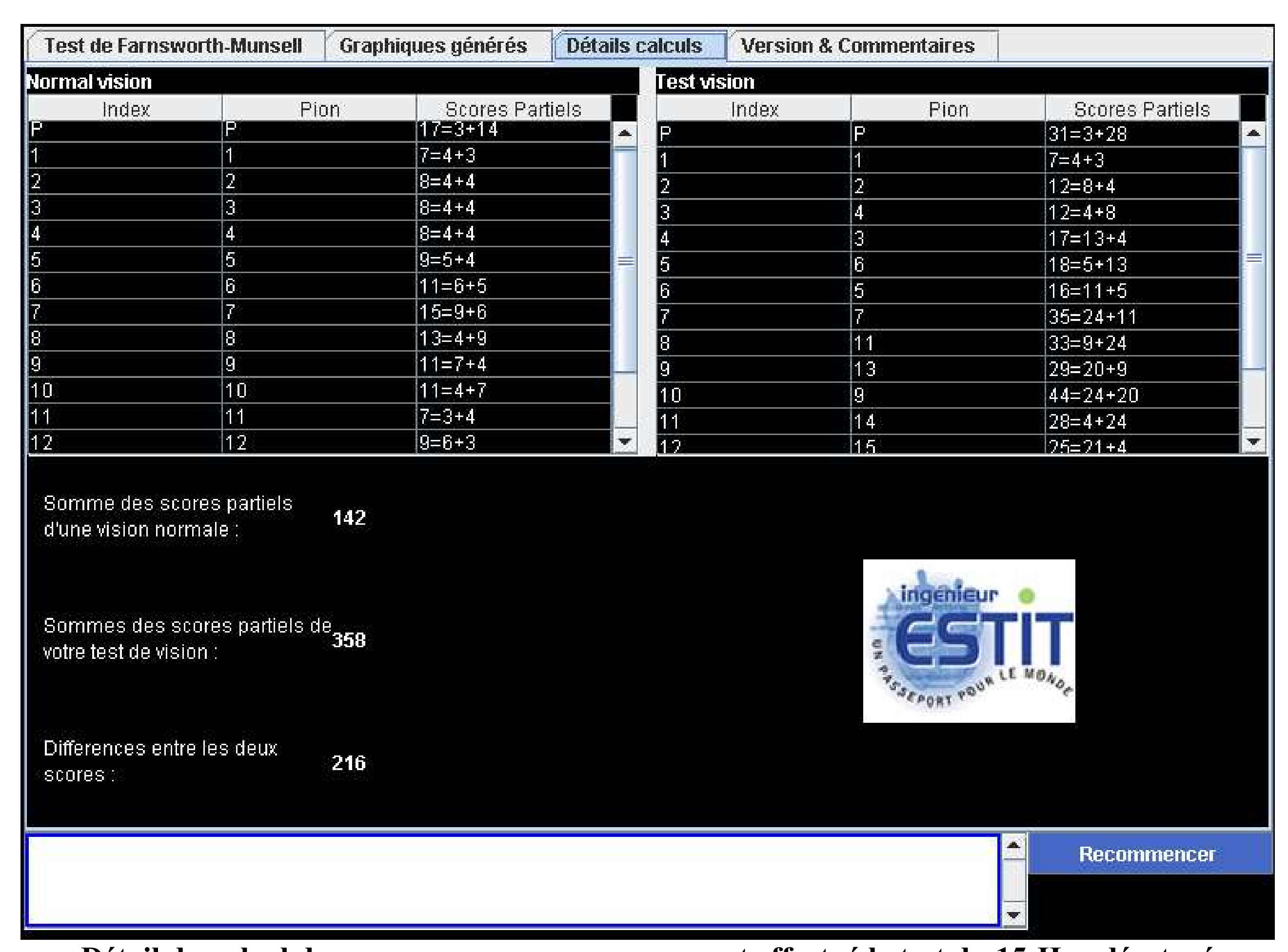
A partir de ces graphiques, du score calculé, ainsi que de l'âge de l'individu, on peut détecter une anomalie de la vision de la couleur.

Tapez votre age dans la case ci-jointe : 22

Score critique qu'une personne
de votre age ne doit pas dépassé : 27
Vous avez un score de : 264

Ici par exemple, la personne a un score de 204 alors qu'il ne doit pas dépasser 27. Cet individu devrait consulter un spécialiste

Le score étant calculé, il y a un onglet détail calcul qui nous montre le détail du calcul du score.



Normal vision

Index	Pion	Scores Partiels
P	P	17=3+14
1	1	7=4+3
2	2	8=4+4
3	3	8=4+4
4	4	8=4+4
5	5	9=5+4
6	6	11=6+5
7	7	15=9+6
8	8	13=4+9
9	9	11=7+4
10	10	11=4+7
11	11	7=3+4
12	12	9=6+3

Test vision

Index	Pion	Scores Partiels
P	P	31=3+28
1	1	7=4+3
2	2	12=8+4
3	4	12=4+8
4	3	17=13+4
5	6	18=5+13
6	5	16=11+5
7	7	35=24+11
8	11	33=9+24
9	13	29=20+9
10	9	44=24+20
11	14	28=4+24
12	15	25=21+4

Détail du calcul du score pour une personne ayant effectué le test du 15-Hue désaturé

TRAVAIL RÉALISE

Nous avons donc conçu une applet répondant aux besoins de Monsieur Dupont, et Mademoiselle Mailfait, c'est à dire :

- Une applet dont le fonctionnement est assez intuitif

Réponse à cette attente :

►Déplacement des pions à la souris de deux manières différentes, soit en cliqué déplacé, soit en double cliquant dessus (le pion se place alors sur le premier cercle de libre).

►L'utlisateur peut à tout moment consulter le mode d'emploi et les instructions dans un panneau de configuration situé en bas de l'applet.

►Utilisation du double buffering software afin d'éviter les effets de scintillement lors du déplacement.

- Un code clair permettant d'être retouché par la suite

Réponse à cette attente :

►Toutes les classes contiennent de la javadoc.

►Les lignes de codes sont également commentées.

►Le code des couleurs des pions, ainsi que les couleurs de l'applet sont définis dans des fichiers de configuration afin de modifier certaines choses, sans toucher au code java.

►Code clair, structuré : utilisation de classe abstraite, de factory method ...

- Une applet destinée à être mise sur le site de l'ESTIT

Réponse à cette attente :

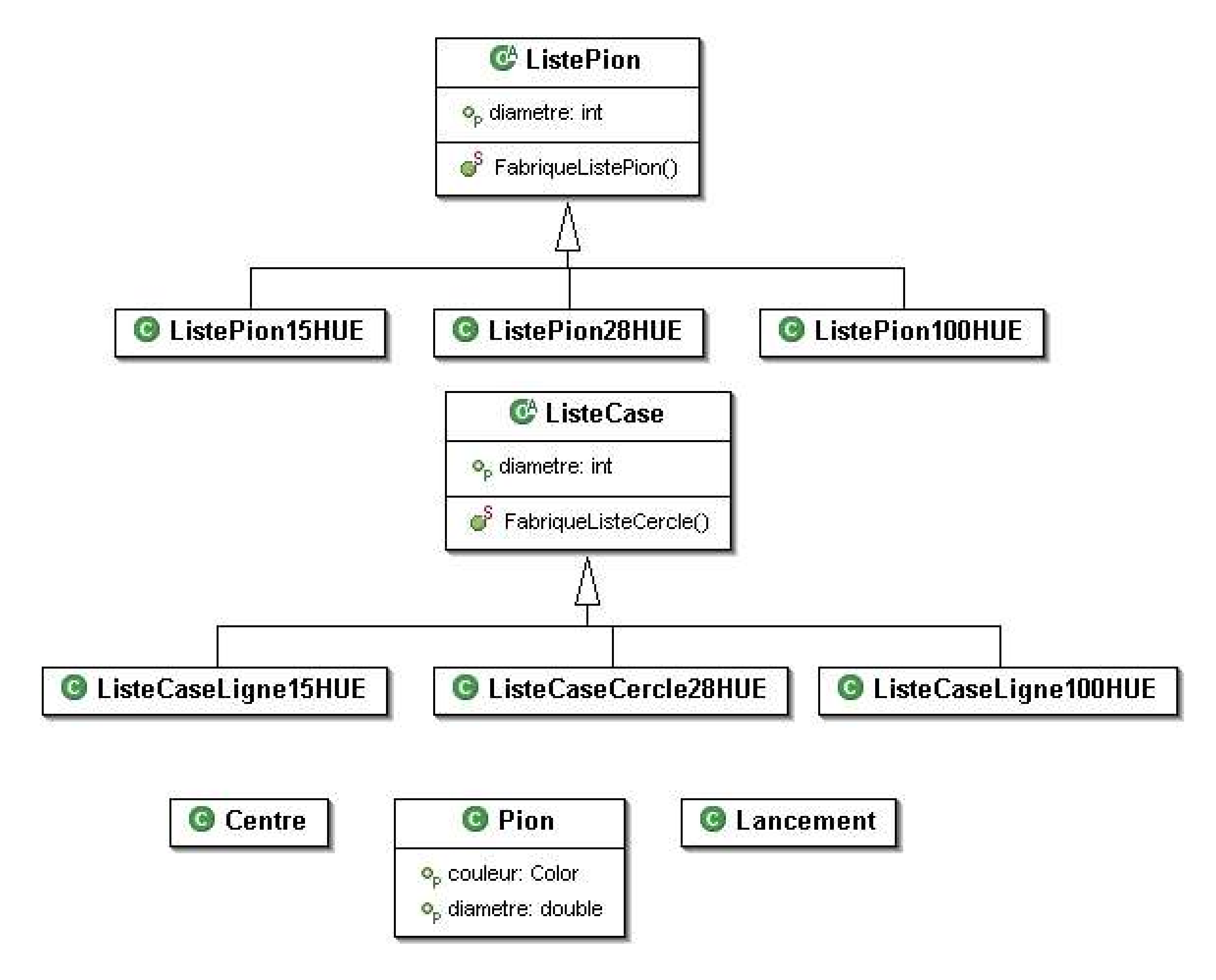
►Fichier de langue, pour changer le langage de cette applet, il suffit juste de créer un nouveau fichier de langue suivant une syntaxe décrite dans celui-ci.

IMPLÉMENTATION

L'applet est composée de plusieurs paquetages : le paquetage MonDessin, dont nous allons voir les grands traits par la suite : il s'agit du paquetage gérant les mouvements du pion, et leur placement. Il y a également un paquetage panneau qui gère le panneau de configuration, et un paquetage Analyse, qui gère tout ce qui est score, génération des graphiques...

Le paquetage MonDessin :

Voici l'implémentation du paquetage qui permet l'affichage ainsi que le mouvement des jetons



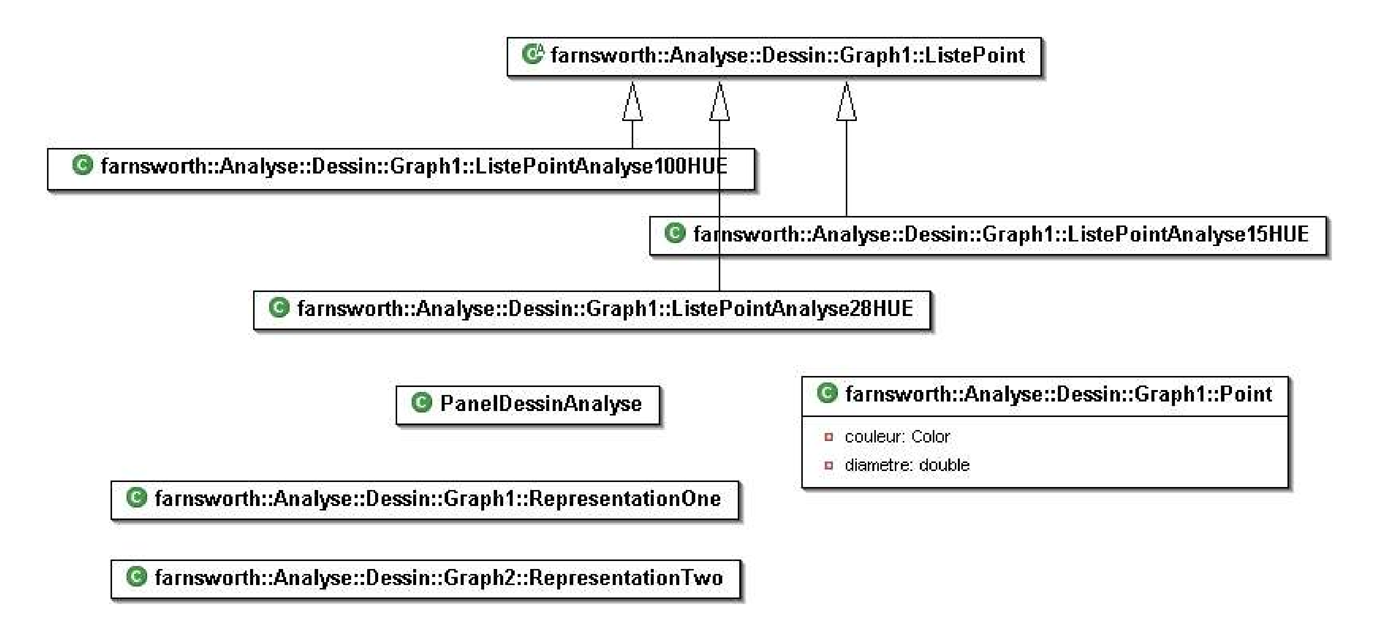
La classe abstraite ListePion représente les jetons que l'on doit déplacer. A l'intérieur de celle-ci, il y a une factory method, permettant de créer une des trois classes héritantes. Une instance de ces classes crée un nombre de pions défini, avec des couleurs définies, un diamètre défini, et également une position bien précise.

La classe abstraite ListeCase fonctionne sur le même principe de ListePion : une factory method pour créer une instance d'une des classes héritantes. Génération d'un nombre de case, et de leur position

La classe Centre génère la page, et dessine les pions ainsi que les cases. C'est elle aussi qui gère le mouvement des pions (via des mouseListener, et des mouseMotionListener), ainsi que le double buffering software.

La classe Lancement est la classe qui permet de placer le Centre, ainsi que le panneau de configuration dans une fenêtre.

Le paquetage Analyse :
Voici l'implémentation du sous-paquetage de analyse qui permet de générer les graphiques:



La classe abstraite ListePoint représente l'ensemble des points qui seront reliés entre eux pour générer le graphique un. Cette classe contient une factory method qui construit les points nécessaires pour le 100-hue, le 15-hue, et le 28-hue.

La classe representationOne, est celle qui génère un première version du graphique dans un JPanel

La classe representationTwo, est celle qui génère une second version du graphique dans un JPanel

Pour finir, la classe PanelDessinanalyse, place les deux graphiques dans des onglets différents

LES PLANCHES PSEUDO-ISOCHROMATQUES

QU'EST-CE QUE C'EST ?

Les planches pseudo-isochromatiques sont un des nombreux tests de confusion pigmentaire. Elles se présentent la plupart du temps sous la forme d'albums contenant plusieurs planches de types variés.

Une planche pseudo-isochromatique est une figure composée d'éléments discrets, généralement des disques de tailles variées, représentant un motif d'une couleur se détachant sur un fond d'une autre couleur.

Les planches pseudo-isochromatiques ont pour rôle principal de détecter (de qualifier) une dyschromatopsie plus que de quantifier celle-ci. Il existe néanmoins des planches plus "difficiles" que d'autres, ce qui permet une première évaluation du degré d'atteinte du sujet.

OBJECTIFS

Le but était ici de concevoir une application capable de générer des planches pseudo-isochromatiques. Nous avions pour modèle un album précis : l'album d'Ishihara. Cet album date de 1917 et fut créé par Ishihara Shinobu (1879-1963).

L'album d'Ishihara impose certaines règles quant aux caractéristiques des planches, notamment sur la couleur de fond de celle-ci, la taille des pastilles, les caractéristiques de leur couleur, etc. Les planches d'Ishihara ne couvrent pas les trois types de dyschromatopsie, et un de nos objectifs était de pouvoir générer des planches qui permettent de détecter les trois types de dyschromatopsie.

Les fonctionnalités demandées étaient les suivantes:

- Tout d'abord de pouvoir générer tous les types de planches dans le style de celles de l'album d'Ishihara. C'est à dire des planches représentant des chiffres, des lettres, mais aussi des planches interprêtables par une personne ne sachant pas lire, comme un enfant en bas âge par exemple.

- Il était ensuite nécessaire de pouvoir générer des planches contenant deux motifs, de façon à distinguer deux types de dyschromatopsie grâce à une même planche.

- L'utilisateur doit pouvoir également choisir le ou les motifs à représenter sur la planche.

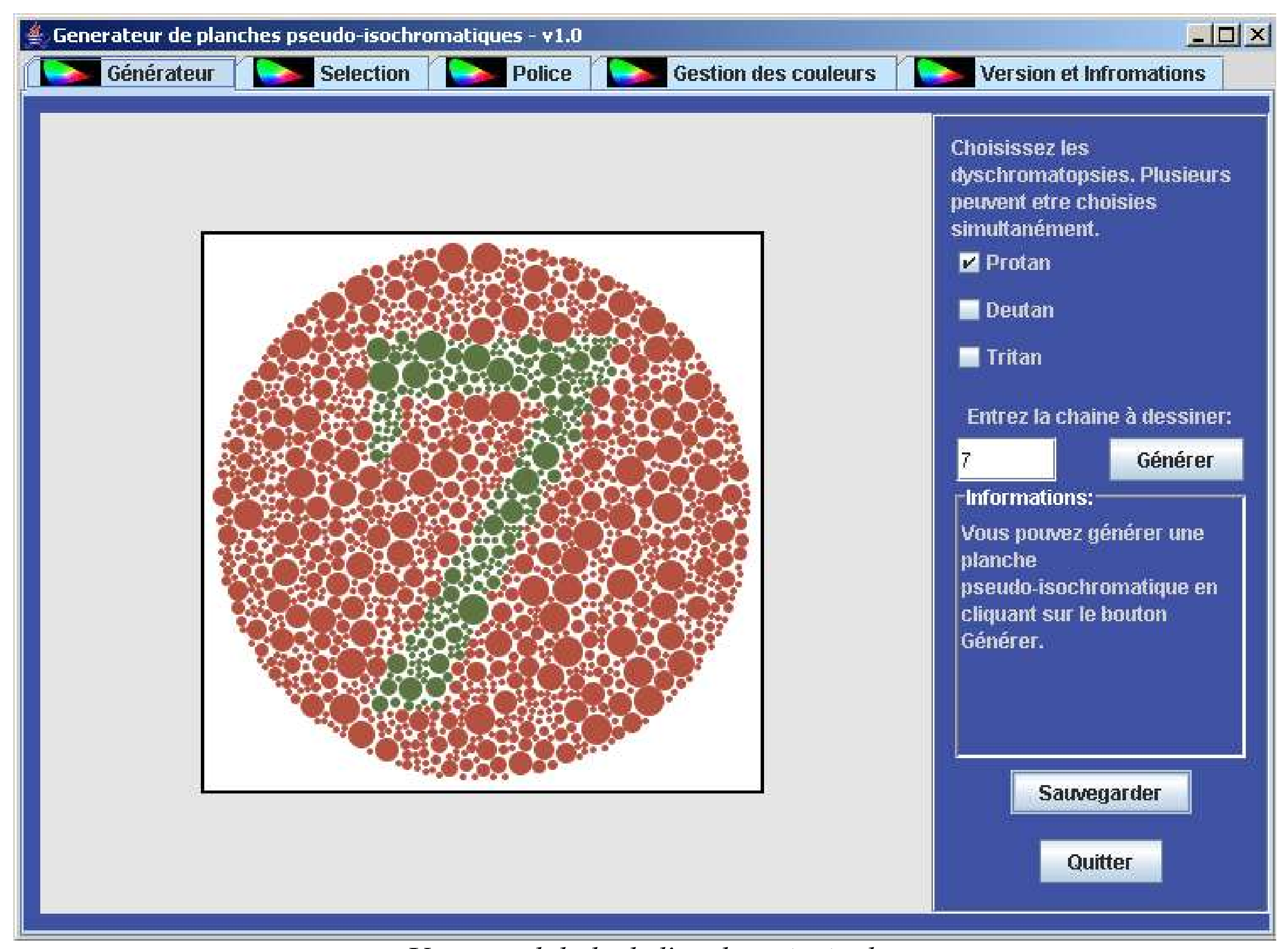
- Et bien entendu l'utilisateur doit pouvoir sélectionner les couleurs qu'il souhaite pour chaque partie de la planche.

- Et enfin, il est également très utile de pouvoir enregistrer les planches générées.

DESCRIPTION DU TRAVAIL RÉALISÉ

L'application que nous avons conçue et réalisée permet de répondre aux objectifs présentés précédemment.

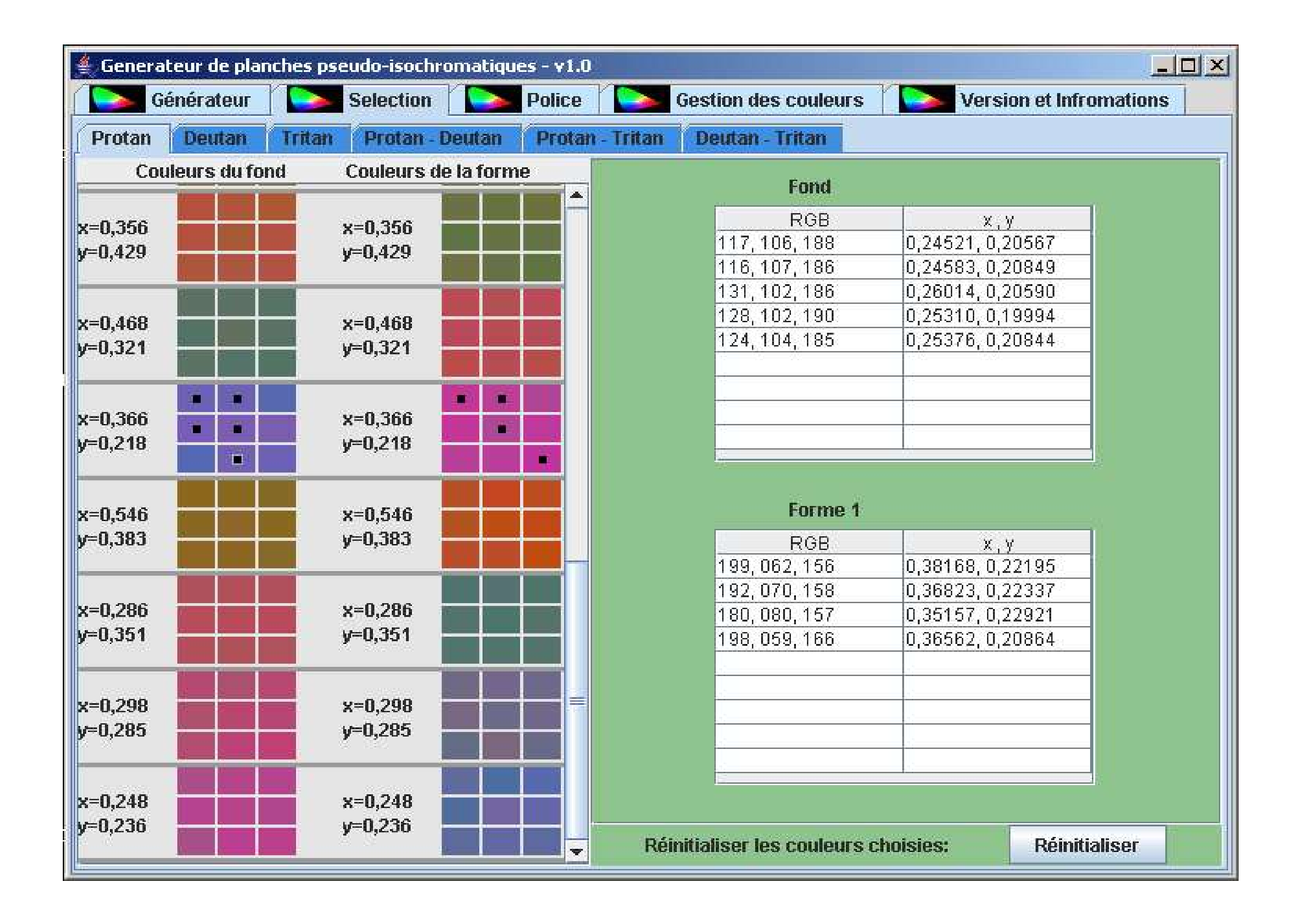
Elle se présente sous la forme d'une fenêtre comportant cinq onglets. Le premier onglet est le panneau principal, qui permet de choisir le ou les types de dyschromatopsie à détecter, de choisir le ou les motifs à représenter et enfin de générer, visualiser et enregistrer la planche.



Une vue globale de l'onglet principal.

Pour pouvoir générer une planche pseudo-isochromatique il est nécessaire d'avoir sélectionné préalablement les couleurs qui composeront cette planche.
C'est le rôle du deuxième onglet. Ce dernier propose une liste de lots de couleurs parmi lesquelles l'utilisateur peut choisir celles qui vont composer la planche.

Sans rentrer dans le détail de la sélection des couleurs, on peut tout de même préciser que les couleurs sont à choisir sur une même rangée (une rangée étant composée de deux ou trois lots de couleurs). On constate également la présence d'un résumé des couleurs choisies dans la partie droite de l'écran.



On peut voir sur la capture d'écran ci-dessus qu'il y a six onglets dans la panneau de sélection. Chacun correspondant aux dyschromatopsies qu'on souhaite déceler.

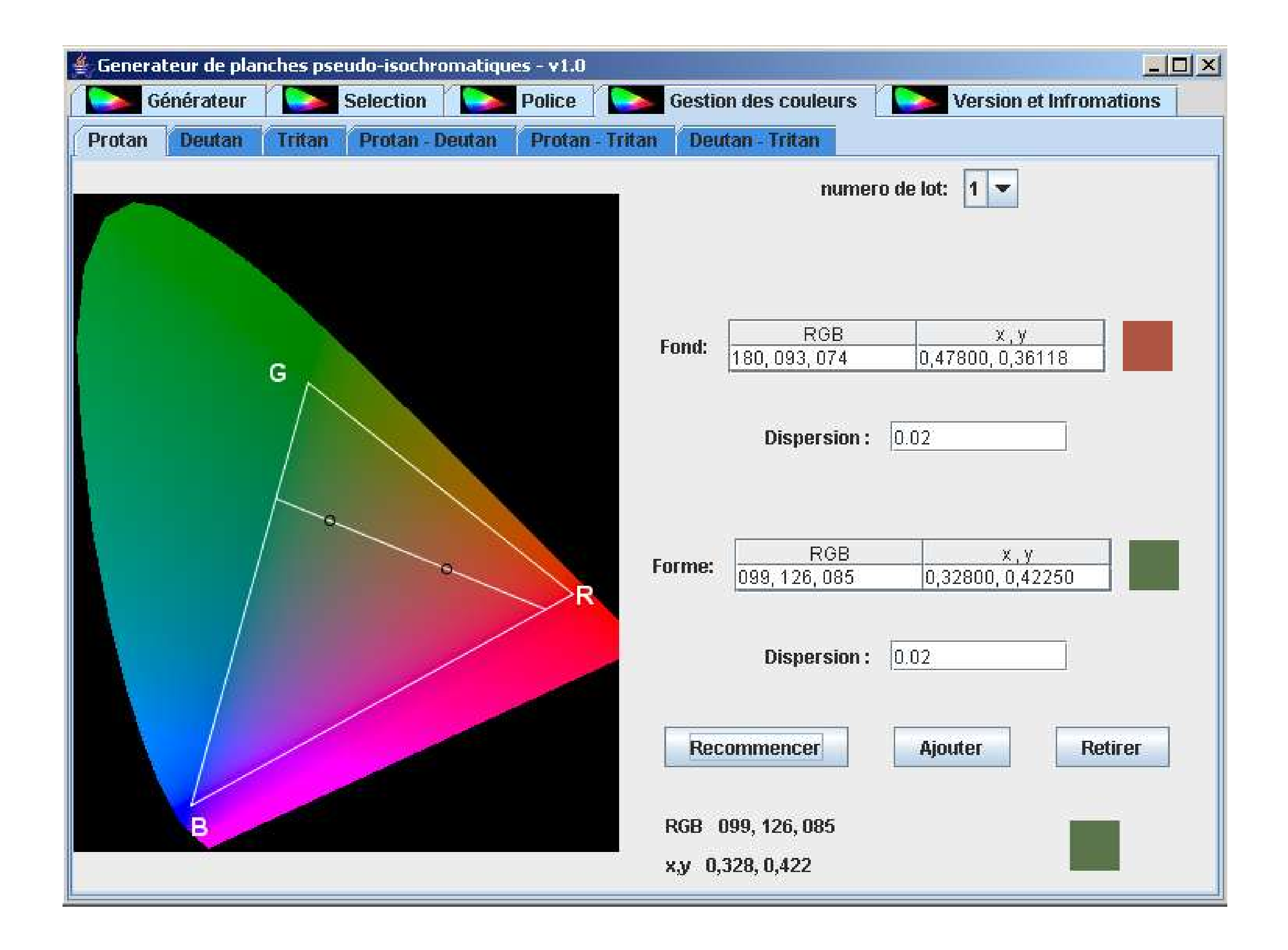
Pour les trois premiers cas, protan, deutan et tritan simple, il y a deux colonnes de lots de couleurs : une colonne pour les couleurs du fond et une colonne pour les couleurs de la forme.

Pour les cas dans lesquels on veut détecter deux types de dyschromatopsies sur une même planche on retrouvera les deux premières colonnes et une troisième sera ajoutée pour permettre la sélection des couleurs de la deuxième forme.

Les couleurs qui sont proposées dans ce panneau peuvent avoir deux origines. D'une part nous avons créé un fichier de configuration pouvant contenir les informations nécessaires à la création de ces couleurs, ces dernières étant donc fixes et ne pouvant pas être supprimées par l'utilisateur depuis l'interface de l'application. D'autre part, l'utilisateur a la possibilité de définir les couleurs qu'il souhaite pouvoir utiliser dans ses planches.

Pour cela nous avons intégré un outil de sélection des couleurs dans l'espace de chromaticité CIE1931. En introduction nous avons dit que les couleurs confondues par un dyschromate se situaient sur des lignes de confusion. Nous avons donc utilisé ces lignes pour guider l'utilisateur dans la sélection des couleurs.

Grâce à ce panneau de gestion des couleurs, l'utilisateur peut ajouter des lots de couleurs à ceux déjà disponibles et effacer des lots qu'ils a précédemment définis.

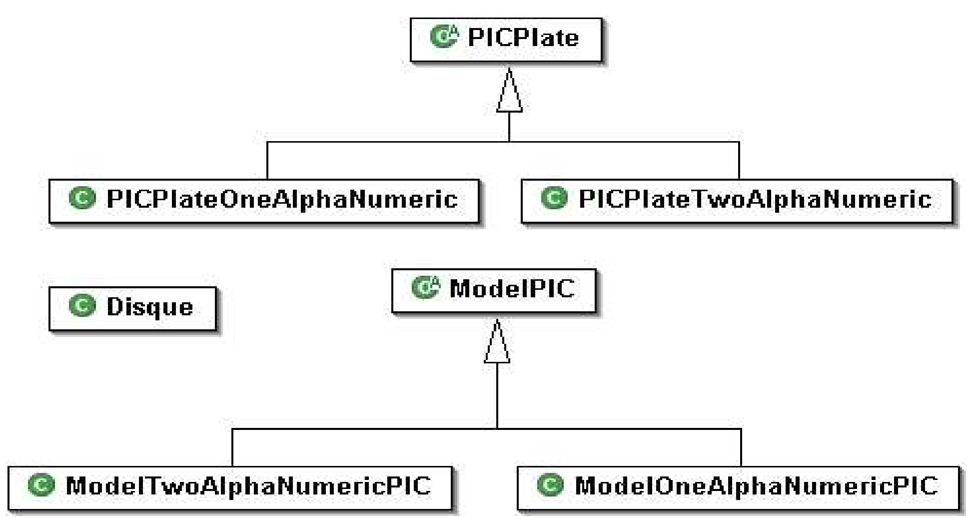


Le troisième onglet permet quant à lui de sélectionner la police de caractère à utiliser pour les caractères à représenter dans les planches. Il peut également servir à utiliser des polices fantaisistes de façon à obtenir des caractères non alphanumériques, comme des notes de musique ou divers autres symboles.

CONCEPTION DE L'APPLICATION

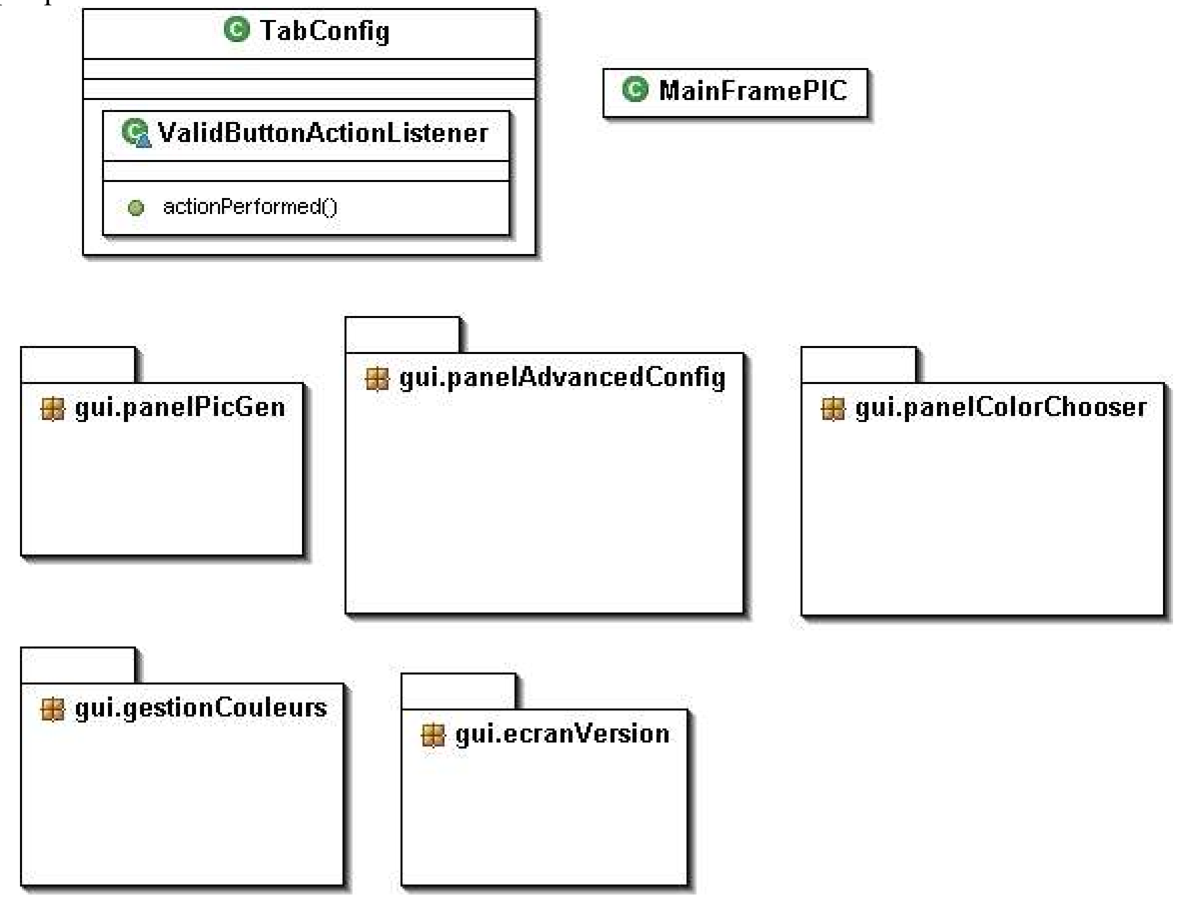
Le thème de ce projet est relativement spécialisé et assez éloigné de l'informatique théorique. Lorsque nous avons pris connaissance du sujet il nous a d'abord été nécessaire de nous renseigner sur le domaine de la perception de la vision des couleurs.

Cette étape passée, nous avons mis au point une première architecture pour notre application. Celle-ci étant destinée à être un générateur de planches pseudo-isochromatiques, nous avons décidé de créer une classe représentant ce type d'objet. Nous avons fait de cette classe une classe abstraite et nous avons créé deux classes en héritant : une destinée à représenter des planches comportant un seul caractère, et une destinée à représenter des planches comportant deux caractères.



La classe ModelPIC est également une classe abstraite. Elle sert à représenter un modéle utilisé par les classes héritant de PICPlate pour placer les disques de la bonne couleur et de la bonne taille au bon endroit (faire la distinction entre le fond et le motif). Deux classes en héritent, une pour chaque type de planche pseudo-isochromatique.

La deuxième partie la plus important de l'application est l'interface graphique qui est composée de beaucoup de parties. Voici un diagramme représentant l'ensemble de l'interface graphique.



La classe principale de l'interface utilisateur est la classe MainFramePIC.
Un objet de ce type est créé par la classe principale de l'application.
Il s'agit en fait de la fenêtre de l'application. Elle contient donc les cinq onglets principaux.
On peut également voir qu'il y a cinq sous-paquetages. Ils contiennent les classes nécessaires à l'affichage et la gestion des cinq onglets.

Le paquetage panelPicGen est le paquetage correspondant au premier onglet, celui dans lequel on génére les planches.

Nous avons créé un gestionnaire pour le paquetage panelColorChooser (qui correspond à l'onglet de sélection des couleurs, le deuxième). Ce gestionnaire a pour rôle de prendre en compte les actions de l'utilisateur dans cet onglet, et d'effectuer des tâches de mise à jour si cela s'avère nécessaire.

Nous avons également créé un gestionnaire dans le paquetage gestionCouleurs (correspondant à l'onglet en quatrième position). Il a pour rôle de gérer les actions de l'utilisateur et de faire les mises à jours nécessaires, notamment dans le deuxième onglet. En effet dans le panneau de gestion des couleurs il est possible d'ajouter et de retirer des lots de couleurs, ces ajouts et retraits sont donc pris en compte immédiatement par l'interface, ne nécessitant pas d'intervention explicite de la part de l'utilisateur.

Le paquetage panelAdvancedConfig correspond au troisième onglet Il ne contient qu'une classe permettant la sélection de la police. Il sera possible dans une version ultérieure d'ajouter des fonctionnalités de configuration dans cet onglet.

Enfin, le dernier paquetage, ecranVersion, a pour seul rôle d'afficher des informations concernant les auteurs de l'application et le cadre dans lequel elle a été réalisée.

Il reste une classe au même niveau que la classe MainFramePIC, c'est la classe TabConfig. Celle-ci sert à faire une configuration de l'application selon les paramètres de l'écran sur lequel fonctionne l'application. Cette étape de configuration n'a lieu qu'une seule fois lors de la première utilisation de l'application sur une machine donnée.

TRAVAIL RÉALISÉ

Les objectifs fixés au départ de ce projet sont pour la plupart atteints.

Nous avons réalisé une application dont l'utilisation est aisée. Pour une grande partie des actions que l'utilisateur doit effectuer, nous avons opté pour une manipulation grâce à la souris de l'ordinateur.

L'application est capable de générer des planches pseudo-isochromatiques pour la détection des trois types de dyschromatopsie.

Les planches générées possèdent presque les mêmes caractéristiques que celle du modèle que nous avions, à savoir les planches de l'album d'Ishihara.

Nous avons également inclus la possibilité de générer des planches proposant deux motifs, chacun adapté à une dyschromatopsie différente. L'application offre la possibilité de représenter des caractères différents de lettres ou de chiffres, de façon à pouvoir utiliser les planches avec des personnes ne connaissant ni chiffres ni lettres.

Nous avons réalisé une sélection des couleurs particulièrement personnalisable et conviviale. L'utilisateur peut donc choisir les couleurs pour chaque partie d'une planche pseudo-isochromatique.

Et enfin, les planches générées peuvent bien sur être enregistrées.

CONCLUSION

Pour conclure sur le compte rendu de ce projet, nous pensons avoir plutôt bien rempli les objectifs qu'on nous avait fixés. Cependant il existe certains aspects qui pourraient être améliorés.

Des améliorations ?

Tout d'abord en ce qui concerne le générateur de planches pseudo-isochromatiques, il nous a été demandé de pouvoir générer des planches représentant des caractères autres que des chiffres et des lettres pour par exemple tester des enfants. Or bien que cela soit possible, ce n'est pas une fonctionnalité correctement implantée. Il y a donc un travail à effectuer sur ce point précis.

On pourrait également améliorer la partie de gestion des lots de couleurs en proposant plus de contrôles sur la définition des couleurs.

De plus l'album d'Ishihara comporte des planches particulières qui en un seul caractère testent deux types de dyschromatopsie. L'application n'est actuellement pas en mesure de réaliser de telles planches.

En ce qui concerne des ajouts de fonctionnalités, on pourrait penser à réaliser une applet java qui présente les planches pseudo-isochromatiques créées, par une interface Web, et qui proposerait d'enregistrer des statistiques dans une base de données.

Ensuite, l'applet des tests de Farnsworth semble remplir tous les rôles qui lui avaient été demandés. Mais on pourrait également l'enrichir d'une gestion de base de données, dans le même but d'établir des statistiques.

Les problèmes rencontrés

Durant la réalisation de ce projet nous avons rencontré plusieurs problèmes, notamment au niveau technique. Tout d'abord dans le cadre de la réalisation de l'application de génération de planches pseudo-isochromatiques. En effet, une telle planche nécessite un algorithme efficace de placement des disques colorés dans une surface donnée. Or c'est un problème particulier et les algorithmes réalisant cette opération ne sont pas nombreux, tout au moins sur Internet. Nous avons donc du en concevoir un nous-même. Au final le résultat est satisfaisant, mais pourrait être encore amélioré. C'est le problème majeure qui nous a été posé d'un point de vue technique.
Les autres difficultés ont été de prendre en mains plusieurs aspects particuliers de l'API Java, notamment au niveau graphique. Heureusement, Sun MicroSystem fournit une excellente documentation de son API.

Ce que nous en avons tiré

D'abord une autre approche de l'informatique. Une approche moins orientée vers l'informatique pour l'informatique. Nous avons utilisé nos connaissances pour réaliser un travail dans un tout autre domaine. Il nous a fallu également nous plonger dans ce domaine. C'est un aspect qui nous a particulièrement plu.

D'un point de vue plus professionnel, il nous a fallu respecter un cahier des charges. Ce qui

impose de bien se documenter sur des points parfois très précis du domaine dans lequel nous travaillions.

Il a fallu de plus travailler en équipe, que ce soit pour choisir les technologies à utiliser, ou encore pour organiser les travaux.

Et enfin nous avons pu mettre en application un peu toutes les choses que nous avons apprises durant les deux années qui viennent de passer. Que ce soit dans la conception ou bien dans la réalisation plus concrète du code.

En conclusion, ce projet a été pour nous à la fois très enrichissant et agréable.

Bibliographie

« La vision des couleurs normale et pathologique: les dyschromatpsies héréditaires et acquises, terminologie et classification » de André Roth, Philippe Lanthony, Jean Leid, JeanVola, Florence Rigaudière, Françoise Viénot, Christian Malbrel

l'article « digital Vdeo Colourmaps for Checking the Legibility of Displays by Dichromats> de Francoise Viénot, Hans Brettel, John D. Mollon